Aus dem Physiologischen Institut der Universität München
Direktor: Professor Dr. Ph. Broemser

Der Anteil der verschiedenen Organe an dem Minutenvolumen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Otto Zeitzer
Arzt aus München

1937

Referent: Professor Dr. Ph. Broemser

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Okt. 1937

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Zu allen Zeiten stand das Blut und seine Bewegung im Mittelpunkt menschlichen Denkens. Dabei wurde es ebensosehr in den Gedankenkreis medizinischer und philosophischer Erwägungen einbezogen. Forschung und Aberglaube beschäftigten sich gleichermaßen mit seinem Problem. Jahrhundertelang erschien das strömende Blut, Sitz und Quelle des Lebens selbst zu sein. Da man mit seinem Verlust auch das Leben entfliehen sah, glaubte man, daß im Blut feinste Substanzen enthalten seien, eben die „Lebensgeister". Ihre Bereitung schrieb man dem Herzen zu.

Hippokrates teilte den menschlichen Körper in enthaltende, enthaltene und antreibende Teile ein. Unter enthaltende verstand er die festen, unter enthaltene die flüssigen Bestandteile des Körpers und den Antrieb glaubte er eben den „Lebensgeistern" zuschreiben zu müssen.

Erst Galenus[1] nahm gegen diese Anschauung Stellung und bewies durch den Versuch, daß außer Blut sich nichts in den Adern befindet: „Wenn man eine bloßgelegte Arterie oben und unten zubindet und sie zwischen diesen beiden Bandstellen der Länge nach öffnet, so wird man außer Blut nichts vorfinden und es fließt soviel heraus, als die Fassungskraft der Arterie zu halten vermag."

Erst um die Mitte des 17. Jahrhunderts gelang dem englischen Arzt Harvey die Entdeckung und der Nachweis des Blutkreislaufs. Wie sehr aber auch er noch in den alten Anschauungen befangen war, geht aus Stellen seines Werkes „Exercitationes de mortu cordis et sanguinis in animalibus" hervor, in dem er seine neuen Anschauungen über den Blutkreislauf und die Bedeutung des Herzens als dessen treibende Kraft niedergelegt hat: „So dürfte es wahrscheinlich auch im Körper zustande kommen, daß

[1] Si denudatam arteriam, supra infraque ligatam, inter duo vincula in longum apereas, nihil praeter sanguinem in venis, tanta copia effluentem, quanta arteriae capacitas comprehendere poterat.

alle Teile durch die Blutbewegung mittels eines erwärmten, vollkommenen, dunstigen, geistigen und (um mich so auszudrücken) nährkräftigen Blutes genährt, durchwärmt und belebt werden, daß das Blut hingegen in den Körperteilen abgekühlt, verdichtet und geschwächt wird, daher es zu seinem Ursprung und zwar zum Herzen, gleichsam zu seiner Quelle bzw. zum Hausaltar des Körpers zurückkehrt, um seine Vollkommenheit wieder zu erlangen. Dort wird es durch die natürliche, kräftige, feurige Wärme, diesen Lebensschatz, von neuem verflüssigt, mit Spiritus und (sozusagen mit Balsam geschwängert, von hier aus wird es wiederum verteilt: und all das ist von der Schlagbewegung des Herzens abhängig. So ist das Herz der Urquell des Lebens und die Sonne der kleinen Welt, so wie die Sonne im gleichen Verhältnis den Namen Herz der Welt verdient. Durch sein Kraftvermögen und durch seinen Schlag wird das Blut bewegt, zur Vollkommenheit gebracht und ernährt und vor Verderbnis und Zerfall bewahrt. Durch Ernährung, Warmhaltung und Belebung leistet es seinerseits dem Körper Dienste, dieser Hausgott, die Grundlage des Lebens, der Urheber alles Seins".[1]

Immerhin war damit das Wesen der Blutbewegung entdeckt. Aber trotzdem seit dieser umwälzenden Erkenntnis 300 Jahre vergangen sind, ist die genauere Durchblutung des Körpers und seiner Organe zum Teil Gegenstand der jüngsten Forschungen.

Das hat seinen Grund einmal in der Vielzahl der äußeren und inneren Einwirkungen auf die Blutbewegung und Verteilung, Einflüsse, die auch unter nicht krankhaften Umständen bestehen, wie mechanische, thermische, klimatische und chemische Reize, Einflüsse innersekretorischer Drüsen, des Lichtes und anderer unter normalen Verhältnissen auftretender Strahlungen, sowie periodischer Organfunktionen, wie sie im Magen und Darm bei der Verdauung oder auch in den weiblichen Geschlechtsorganen auftreten. Die aus diesen sich vielfach überschneidenden Einwirkungen sich ergebenden Veränderungen setzen der Erforschung der Organdurchblutung erheblichen Widerstand entgegen und erklären auch hauptsächlich die zum Teil recht beträchtliche Verschiedenheit der gefundenen Ergebnisse.

Die andere große Schwierigkeit für die Erforschung der Durchblutung des Körpers und seiner Organe bestand in der Unzulänglichkeit der angewandten Methoden. Diese liegt größtenteils in der Natur des Forschungsgebietes begründet. Ideal wäre natürlich eine direkte, unblutige Messung am lebenden Menschen selbst. Sie kann niemals völlig gleichwertig ersetzt werden durch an der Leiche oder an Tieren angestellte Versuche und die daraus gewonnenen Folgerungen. Tatsächlich müssen aber, besonders bei tiefliegenden Organen, sehr erhebliche, lebensbedrohende Eingriffe zum Zwecke einer direkten Messung vorgenommen werden. So ist, wie z. B. Griesbach[1] mitteilt, eine direkte Untersuchung des Herzschlagvolumens und der Strömungsgeschwindigkeit im Herzen bei intaktem Gefäßsystem ausgeschlossen, da das Weiterleben des Organismus unter diesen Umständen unmöglich ist.

Die bei den Versuchen angewandten Stromuhren mußten fast alle auf blutigem Wege unter Verletzung der Gefäßwand eingesetzt werden. Es liegt auf der Hand, daß dadurch die Strömungsverhältnisse beträchtlich gestört werden und ungenaue Ergebnisse erzielt werden mußten. In dieser Hinsicht bedeutete die Erfindung der thermoelektrischen Stromuhr von Hermann Rein eine überaus wertvolle Verbesserung.[3] Sie wird unblutig angesetzt und läßt die Messung der Durchblutung an mehreren Gefäßen zu gleicher Zeit zu. Das Verfahren beruht auf der Messung eines Temperaturabfalls, der um so höher ist, je mehr Blut durch das untersuchte Gefäß fließt. Durch ein Galvanoskop wird eine sichere Ablesung des Versuchsergebnisses ermöglicht. Eine ganze Anzahl von zuverlässigen Einzelergebnissen verdanken wir dieser Messungsmethode. Aber auch diese Stromuhr kann nur beim Tier Anwendung finden. Ein Verfahren für eine fortlaufende Untersuchung am Menschen gibt es nicht, wie H. Rein selbst in seiner Physiologie des Menschen feststellt.[2]

Man hat jedoch unter Anwendung indirekter Methoden beim Menschen rechnerisch die Größe des Herzschlagvolumens ermitteln können. Auf ein solches Verfahren, dessen Entwicklung wir O. Frank und Ph. Broemser verdanken, wird später noch näher einzugehen sein.

Eine andere Methode zur Errechnung der Durchblutungsgröße wurde von Thomé[4] angegeben. Sie beruht auf dem von Poiseulle aufgestellten physikalischen Gesetz für die Strömung von Flüssigkeiten in Röhren. Nach diesem Satz erhöht sich der Strömungswiderstand reziprok zur vierten Potenz des Durchmessers einer Röhre. Der Durchmesser selbst ändert sich bei den Blutgefäßen proportional zur Erweiterung und Verengung durch die Ringmuskulatur. Wendet man nun das Poiseullesche Gesetz nach Thomés Vorschlag auf die Durchblutungsbestimmung an, so ist die mittlere durchströmende Blutmenge direkt proportional der vierten Potenz des Gefäßdurchmessers. Die eben beschriebene Berechnungsmethode kann zur Ergänzung und Kontrolle der durch Messung gefundenen Werte angewandt werden.

Es ist der Zweck der vorliegenden Arbeit, den Anteil der verschiedenen Organe am Gesamtminutenvolumen in Vergleich zu setzen. Dabei können nur die Ruhewerte für die mittlere Durchblutung der einzelnen Organe gegenübergestellt werden. Auf krankhafte Verhältnisse und Ausnahmezustände, wie sie etwa in der Schwangerschaft bestehen, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden. Eine abschließende Tabelle wird die Übersicht erleichtern.

Die Blutfüllung der Organe ist unter verschiedenen Umständen sehr unterschiedlich. Sie wird bewirkt durch den Füllungszustand der Kapillaren, deren Kontaktfläche auf das 250fache vergrößert werden kann. Es gibt auch förmliche Blutspeicher im Organismus. So spielen die Leber und auch die Milz in dieser Hinsicht eine große Rolle. Der Nachweis dafür ist durch den Umstand gegeben, daß man beispielsweise bei Ausführung einer Milzpunktion nach vorheriger Einatmung von Kohlenmonoxydgas dort noch CO-freies Blut findet. Nach H. Rein[3] kann die Leber etwa 20% des gesamten Blutvolumens aufspeichern.

Der Zustand der Blutfüllung eines Organes hat jedoch für die Frage der mittleren Durchblutung keine Bedeutung. Der Zustrom wird nicht im Kapillarsystem geregelt, sondern auf der ganzen Strecke von der Aorta bis zu den Arteriolen findet eine Querschnittsveränderung statt. Der Druckabfall ist zwar peripher ver-

hältnismäßig größer, jedoch ist die für die Regulierung zur Verfügung stehende Strecke dort zu kurz. Deshalb beträgt der Druckabfall im Kapillarsystem nur etwa 10%. Die Steuerung des Blutzustroms erfolgt durch das Zusammenwirken nervöser und chemischer Faktoren.

Bei der Blutversorgung seiner Organe verfolgt der Körper den Grundsatz, jedem von ihnen nur soviel Blut zuzuführen, als gerade hinreicht für dessen augenblicklichen Bedarf. Das Herzschlagvolumen wird so klein wie nur möglich gehalten. Auch den Blutdruck sucht der Körper unverändert auf gleicher Höhe zu halten.

Das Herz sorgt für die Bewegung der zirkulierenden Blutmenge. Dabei wirft das Herz eines ruhenden erwachsenen Menschen mit 60 bis 70 Systolen in der Minute 3,5 bis 4,5 Liter Blut aus. Somit beträgt, auf den Gesamtkörper bezogen, das Minutenvolumen 5,0 bis 7,5 ccm/100 g Körpergewicht. Thomé fand bei seinen Versuchen einen Durchschnittswert für die Durchblutung des Gesamtkörpers beim Kaninchen von 5,1 ccm/100 g, beim Hund und ebenso beim Pferd von 8,3 ccm/100 g Körpergewicht.

Das Schlagvolumen einer Kammer des Herzens, dessen Gesamttagesleistung 20000 mkg beträgt, kann mit etwa 65 ccm angenommen werden. Diese Herzleistung kann aber auf 25 Liter in der Minute bei etwa 150 Schlägen gesteigert werden.

Die Angaben über das mittlere Minutenvolumen des Herzens beim Menschen sind recht unsicher, weil eben nur indirekte Methoden zur Anwendung gelangen können, während beim Tierversuch Stromuhren benutzt werden, die genauere Bestimmungen zulassen.

Adolf Fick[5] hat eine Methode der indirekten Messung vorgeschlagen. Die Methode geht von der Erwägung aus, daß das gesamte, vom Herzen ausgeworfene Blut durch die Lunge gegangen sein muß. Man mißt nun die Sauerstoffkapazität des Blutes in der rechten Kammer und die des arteriellen Blutes. Dann lassen sich aus der Verschiedenheit der Sauerstoffspannung und aus der in der Minute durch die Lunge aufgenommenen Sauerstoffmenge Schlüsse auf die mittlere Herzleistung pro Minute ziehen. Die Gleichung lautet demnach:

$$\text{Min. Vol.} = \frac{O_2\text{-Aufnahme durch die Lunge ccm/min}}{\text{art.-ven. } O_2\text{-Differenz des Blutes in \%}}$$

Man findet beispielsweise eine Sauerstoffaufnahme von 300 ccm pro Minute; der Sauerstoffgehalt des venösen Blutes wird mit 14% festgestellt, während derselbe im arteriellen Blut 20% beträgt. Also würden 100 ccm Blut 6 ccm O_2 aufgenommen haben. Die 300 ccm Sauerstoff müßten daher in 5000 ccm Blut weggeschafft worden sein. In dieser Zahl hat man das Herzminutenvolumen gefunden.

Der Wert von 300 ccm, den Rein angibt, erscheint ziemlich hoch gegriffen. H. Heckscher und v. Kent[6] fanden in einer großen Anzahl von Versuchen für den erwachsenen Mann einen Mittelwert von etwa 250 ccm.

Naturgemäß wirft die rechte Herzkammer die gleiche Blutmenge aus wie die linke. Somit erhält die Lunge in der Minute eine Blutzufuhr von 3,5 bis 4,5 Litern. Da ihr Gewicht andrerseits nach Angaben von H. Vierordt[7] zusammen etwa 950 g im Mittel beträgt, so ist ihre mittlere Durchblutung in der Spanne von 360 bis 390 ccm pro 100 g Organgewicht zu suchen. L. Laux[8] macht in einer Arbeit über den Anteil der Kapazitäts- und Widerstandsänderungen der Lungenbahn und die respiratorische Schwankung der Stromstärke Mitteilungen über die normalen Durchströmungsbedingungen der Lunge. In diesem Falle fand er eine mittlere Stromstärke zwischen 12 und 20 ccm pro Sekunde bei einem Lungengewicht von 150 g. Der absolute Mittelwert von 16 ccm pro Sekunde und 150 g Organgewicht beträgt umgerechnet auf 100 g Organgewicht und die Minute als Zeiteinheit 640 ccm. Dieser Wert liegt demnach etwa in der Mitte des vorher angegebenen. Die Weite der beiden Lungenarterien beträgt nach Angabe von Luschka[9] etwa 40 mm beim Erwachsenen. Die als Vergleichszahl gedachte vierte Potenz der Durchmesser also 254000. Damit weist dieses Organ die weitaus höchste Durchströmungsgröße seines Gewebes auf.

Die gewaltige Leistung des Herzens läßt erwarten, daß seine eigene Blutversorgung reichlich bemessen ist. Tatsächlich verschluckt dieser kürzeste aller Kreisläufe auch 10% des gesamten

Blutkreislaufs.[3] Thomé[4] macht Angaben über Versuche, die Bohr und Henriques am Hundeherzen zur Bestimmung der mittleren Organdurchblutung vornahm. Sie geben den Mittelwert ihrer 4 Versuche mit 30 ccm/100 g Organgewicht an. Hierbei betrug der kleinste gefundene Wert 19, der größte 41 ccm pro 100 g. Diese Versuche sind zwar am isolierten und mit defibriniertem Blut durchströmenden Herzen ausgeführt; doch hatte dieses in der Versuchsanordnung einen Teil seiner normalen Arbeit zu leisten. In derselben Abhandlung finden sich Angaben von Chauveau und Kaufmann über die Blutversorgung der Skelettmuskulatur. Sie beträgt nach den genannten Verfassern in Ruhe 16, bei Arbeit des Muskels 76 ccm pro Minute und 100 g Organgewicht.

Hiernach — bemerken Bohr und Henriques — scheint die Blutspeisung des Herzmuskels eine bedeutend geringere zu sein als die eines ununterbrochen arbeitenden Skelettmuskels. Man muß aber dabei bemerken, daß das Herz nicht immer arbeitet. Wenn bei den genannten Versuchen die Anzahl der Pulsschläge etwa 60 pro Minute beträgt, wird die Dauer der Systole beiläufig ein Drittel und diejenige der Diastole zwei Drittel betragen. Um die Blutspeisung des Herzmuskels mit der eines Skelettmuskels zu vergleichen, so schließt Thomé hieraus, sollte dieser auch nur ein Drittel der Versuchszeit arbeiten und zwei Drittel ruhen. Thomé stellt nun mit Hilfe der von Chauveau und Kaufmann gefundenen Zahlen folgende Besprechung an: $^2/_3 \cdot 16 + + ^1/_3 \cdot 76 = 36$. Während er bei seinen eigenen Versuchen auf einen Wert von 30 kam, erhielt er also an Hand der aufgezeigten Überlegung eine ziemlich ähnliche Größe, die seine Messungen zu bestätigen scheint.

Nach Krause[10] beträgt der Durchmesser des rechten Kranzgefäßes 3,6 mm, der des linken 2,8 mm. Die als Vergleichszahl benützte vierte Potenz der Summe beider Durchmesser ist also 1691.

Über die mittlere Blutversorgung des Gehirns teilt P. Jenßen[11] in Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie mit, sie betrage nach seinen Messungen mit der Reinschen Stromuhr beim Hund und ähnlich auch beim Kaninchen durchschnittlich 125 ccm auf

100 g Organgewicht. Diese Zahl erscheint recht hoch. Doch spricht auch W. R. Heß[12] in seiner Arbeit über die Regulierung des peripheren Blutkreislaufs von einer reichlichen Blutversorgung des Gehirns. Als indirekten Beweis hierfür betrachtet er die Tatsache, daß der Sauerstoffgehalt des Gehirnvenenblutes noch auffallend groß ist. H. Rein erwähnt Schätzungen im Anschluß an Tierversuche, die meist leider recht unvollkommen gelingen. Nach ihnen soll die Durchblutung bei einem Hirngewicht von 12 g etwa 1,5 Liter betragen. Der Autor hält diesen Wert für viel zu hoch, da diese Durchblutungsgröße ja 25—30% des ganzen Herzminutenvolumens ist und äußert sich dahingehend, daß nach neueren Versuchen höchstens die Hälfte dieser Werte als wahrscheinlich anzusehen seien. Nach J. Ranke beträgt übrigens die in einem frisch getöteten Versuchstier in Gehirn und Rückenmark vorhandene Blutmenge 1,24% des Gesamtvolumens, eine Zahl, die die Ansicht H. Reins immerhin unterstützt.

Dem ist entgegenzuhalten, daß es sich hier eben doch nur um Schätzungen handelt, und daß auch Rein nicht in der Lage ist seine Ansicht durch genaue Angaben von Versuchswerten zu bekräftigen. Man wird somit gut daran tun, die von Jenßen getroffenen Feststellungen bis zu deren exakten Widerlegung anzuerkennen. Für das Rückenmark gelten dieselben Verhältnisse.

Gehirn und Rückenmark wiegen zusammen im Mittel etwa 1400 g und beziehen pro Minute eine mittlere Blutmenge von 1750 ccm.

In der eben erwähnten Arbeit Jenßens werden auch Mitteilungen über das Minutenvolumen der Schilddrüse gemacht. Es sind jedoch keine genaueren Ergebnisse vorhanden. Der Verfasser teilt nur mit, daß die mittlere Durchblutung der Schilddrüse $>$ 500 ccm/100 g/Min.

Von P. Anochin, D. Goldberg und V. Samarina[14] stammt eine Abhandlung über die Blutversorgung der Speicheldrüse. Danach erhält die Submaxillaris im Mittel der Versuche pro Minute 1,2 ccm Blut. Über andere Drüsen konnten keine Angaben gefunden werden. Da sich aus den Verhältnissen an der kleinen Speicheldrüse keine zwingenden Schlüsse auf die mittlere Blut-

versorgung der übrigen drüsigen Organe ziehen lassen, muß ihre vergleichende Beurteilung in diesem Rahmen leider fortfallen.

Eingehende Untersuchungen über den Blutgehalt und die mittlere Durchblutung der Leber hat P. Eckardt[15] angestellt. Doch gelang es ihm nicht, den genauen Blutausfluß aus der Leber zu bestimmen. Er weist auf die Arbeiten von Burton, Opitz, Barcroft[16] und Shore[17] hin, ebenso auf Arbeiten von Macleod und Pearce[18], nach denen der Anteil der Leberarterien an der Gesamtdurchblutung der Leber 26—39% beträgt. Grab, Jenßen und Rein[19] fanden dafür einen Wert von 12—22%, während Schwiegk[20] einen Wert von 20—25% angibt.

Die Messung der mittleren Leberdurchblutung ist durch ihre zweifache Blutversorgung besonders erschwert. Außerdem setzt ihre geschützte Lage im Körper, ferner die Empfindlichkeit der Darmkapillaren gegen jeden operativen Eingriff in dem Peritonealraum ihre Zugänglichkeit für Versuche stark herab. Schmid[21] hat an Katzen mit der Stromuhr Messungen der Pfortaderdurchblutung angestellt und fand dabei einen mittleren Zustrom von 35—62 ccm pro 100 g Lebergewicht. Burton und Opitz[16], die in vielen Messungen am Hund das Minutenvolumen der Pfortader zu bestimmen versuchten, geben als gefundenen durchschnittlichen Wert 84 ccm pro 100 g und Minute an. Barcroft und Shore[17] versuchten eine gleichzeitige Bestimmung der gesamten Leberzirkulation und der Anteile der Leberarterie und der Pfortader. Sie stellten unmittelbar hintereinander an Katzen die Durchblutung der Lebervenen und der Pfortader fest. Nach Barcrofts und Shores Versuchen beträgt die Durchblutungsgröße der Leber im Durchschnitt 75 ccm auf 100 g und Minute. Macleod und Pearce[18] fanden mit etwas veränderter Untersuchungsmethode einen Wert von 100 ccm. Mit der Reinschen Stromuhr gelingt nun die unblutige Messung von gleichzeitig mehreren Gefäßen. Grab, Jenßen und Rein[19] stellten in dieser Richtung 6 Versuche an. Zwei Wege können dabei beschritten werden: einmal die Messung des Zuflusses (Pfortader und Leberarterie), andrerseits die Messung des Abflusses durch Bestimmung des Unterschiedes der Durchflußmengen in Vena cava thoracica und ab-

dominalis. Bei dieser zweiten Methode tritt eine kleine Fehlerquelle dadurch ein, daß die Zwerchfellvenen ebenfalls in Höhe der Lebervenen einmünden; doch ist die dadurch bedingte Verschiebung geringfügig. Im übrigen zeigt sich gute Übereinstimmung der Werte aus beiden Methoden. Diese Ergebnisse, die unter bisher nicht möglichen schonenden Versuchsbedingungen zustande kamen, liegen innerhalb der von Burton-Opitz und Barcroft-Shore mitgeteilten Größenordnung. Die Schwankungen sind jedoch ungleich geringer, was den Wert des Ergebnisses noch steigert. Die von Macleod und Pearce mitgeteilten Größenverhältnisse scheinen indessen zu hoch gegriffen zu sein. Bei den mit der Reinschen Stromuhr ausgeführten Messungen tritt nur eine Schwankung zwischen 58 und 70 ccm pro 100 g und Minute in Erscheinung. Bei der gleichzeitigen Messung des Durchflusses in der Pfortader und Leberarterie ergaben sich auch deren Anteile an der gesamten Durchblutung der Leber. Während Burton-Opitz den Anteil der Leberarterie mit 30% Barcroft-Shore mit 39% und Macleod-Pearce mit 26—33% angeben, fanden Grab, Jenßen und Rein einen ziemlich gleichbleibenden Wert von 12—22%.

Der gleiche Versuch ergab ferner noch Gelegenheit die Blutmengen zu messen, die außer der Leber von den Nieren und Nebennieren, weiter von den Beckenorganen und unteren Extremitäten in die Vena cava inf. einfließen. Nachstehend seien die Ergebnisse dieser Versuchsreihe angegeben.

Leber	Nieren und Nebennieren	untere Extremität und Beckenorgan.	vena cava inferior
325	105	195	625
335	90	225	650
450	116	154	720
545	74	121	740
560	70	120	750
560	74	116	750

Die Verfasser fanden somit den Leberanteil an der Durchblutung der Vena cava inf. im Durchschnitt mit 50—60%.

In die Pfortader fließt beinahe die ganze aus den Darmvenen kommende Blutmenge ein. Das Gebiet der Haemorrhoidalvenen fällt demgegenüber nicht ins Gewicht und kann demnach vernachlässigt werden. Wenn man den prozentualen Anteil des Pfortaderstromes an der Gesamtdurchblutung der Leber mit 20% annimmt, so würde das bedeuten, daß der Darm eine mittlere Durchblutung von 1,2 ccm pro 100 g Organgewicht und Minute aufweist. Dieser Berechnung wurde ein mittleres Organgewicht von etwa 1100 g für Dick- und Dünndarm zusammen zugrunde gelegt.

Stark durchblutet sind die Nieren. H. Rein gibt den Anteil des doch verhältnismäßig kurzen Kreislaufs an der Gesamtblutzirkulation mit $^1/_4$ bis $^1/_2$ an. Landergreen und Tigerstett[22] maßen auf direktem Wege mit der Stromuhr die Blutversorgung der Niere beim Hund. Sie fanden Ruhewerte (nach 24 Stunden Carenz) von 50 ccm pro 100 g Organgewicht. Nach Gabe von harntreibenden Mitteln erhöhte sich die mittlere Durchblutung auf 90 ccm/100 g. Die Verfasser nehmen aber an, daß die bei Zufuhr von harntreibenden Mitteln beobachteten Blutmengen, welche pro Minute die Niere durchströmen, aller Wahrscheinlichkeit nach etwa denjenigen Blutmengen entsprechen, welche bei normalen Verhältnissen unter der Einwirkung dieser Stoffe in nicht toxischen Dosen zu der Niere strömen. Unter dem Einfluß harntreibender Mittel erhält die Niere minütlich also ihr gleiches Gewicht Blut.

In der schon mehrmals angeführten Abhandlung von Jenßen[11] wird auch eine Messung der mittleren Nierendurchblutung angegeben. Sie beträgt nach Jenßens Befund 150 : 100. Rein weist in seiner Physiologie des Menschen auf die vielen Messungsversuche der mittleren Durchblutung in den Nieren hin, die durch Barcroft, Starling, Verney, Jenßen und Rein durchgeführt wurden. und kommt ähnlich wie Landergreen und Tigerstett zu dem Schluß, daß keine Beziehung zwischen der Tätigkeit und der Durchblutung der Niere besteht. Thomé gibt in seiner ebenfalls schon angeführten Arbeit einen gemessenen Wert von 50—100 für das Minutenvolumen der Niere an. Das Organgewicht einer Niere beträgt im Durchschnitt 277 g; die durch Errechnung der vierten

Potenz der Gefäßdurchmesser erhaltene Vergleichszahl lautet in diesem Falle 1477.

Über die mittlere Durchblutung der Geschlechtsorgane konnten keine Einzelangaben ermittelt werden. Ebenso fehlen für die Milz exakte Messungen. Auf ihre Rolle als blutspeicherndes Organ wurde schon einmal hingewiesen. Um auch für sie eine Vergleichsmöglichkeit zu gewinnen, wurde die Richtzahl bei diesem Organ mit 1778 ermittelt. Das Organgewicht beim männlichen Erwachsenen beträgt 149 g im Mittel. Aus Vierordts Tabellen ist ersichtlich, daß ihr Blutanteil an der Gesamtmenge 0,23% beträgt. Sie scheint damit ein reichlich blutversorgtes Organ zu sein, was ja auch aus der verhältnismäßigen Weite des zuführenden Gefäßes hervorgeht.

Im Vorstehenden wurde der Versuch gemacht, für die wichtigsten Organgruppen vergleichende Werte zu finden. Die folgende Tabelle soll noch einmal eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse bringen. Auf eine prozentuale Berechnung der einzelnen Minutenvolumina wurde dabei bewußt verzichtet, da bei der Unvollständigkeit der vorhandenen Werte kein Anspruch auf annähernde Richtigkeit des Prozentzatzes erhoben werden könnte. Durch Gegenüberstellung der auffindbaren Verhältniszahlen in Form der für einen Vergleich brauchbaren vierten Potenz der Durchmesser der zuführenden Gefäße sollte dafür ein Ersatz geschaffen werden. Obwohl die Blutfüllung eines Organs — wie schon eingangs erwähnt — zur mittleren Durchblutungsgröße keine eigentliche Beziehung hat, wurde sie doch ebenfalls in die Tabelle aufgenommen.

	Organgewicht in g	Minutenvol. ccm/100 g	4. Potenz der Art.-Durchm.	Blutfüllg. b. a. Ges.-Mg. i. %
Herz (Kranzgefäße) .	313	30—36	210	—
Lunge	950	640	320000	—
Muskulatur	28000	16	—	29,2
Gehirn u. Rückenmark	1400	125	—	1,24
Leber	15000	35—75	—	29,30
Nieren	550	50—150	2955	1,63
Darm	1100	1,2	65536	6,30
Milz	150	—	1878	0,23

Diese Angaben beziehen sich auf ein Gesamtkörpergewicht von 63 kg.

Literatur.

[1] W. Harvey, Exerc. de motu corde et sanguinis in animalibus. Zit. nach Karl Sudhoff.

[2] W. Griesbach, Über die Gesamtblutmenge. Handb. d. norm. u. pathol. Physiol. VI S. 2.

[3] H. Rein, Physiologie des Menschen. Berlin 1936.

[4] R. Thomé, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 82 S. 474.

[5] A. Fick, zit. bei [3].

[6] H. Heckscher u. v. Kent, Pflügers Arch. Bd. 224 S. 640.

[7] H. Vierordt, Tabellen.

[8] L. Laux, Über den Anteil der Kapazität und Widerstandsänderungen der Lungenbahn und die respiratorischen Schwanken der Stromstärke. Pflügers Arch. Bd. 224 S. 110.

[9] Luschka, zit. bei [7].

[10] Krause, zit. bei [7].

[11] P. Jenßen, Über die Blutversorgung des Gehirns. Pflügers Arch. Bd. 103 S. 171.

[12] C. Heß, Die Regulierung des peripheren Blutkreislaufs. Erg. d. inn. Med. u. Kinderheilk. Bd. 23 S. 61 (1923).

[13] J. Ranke. Die Blutverteilung und der Tätigkeitswechsel der Organe. S. 80—81. 1871

[14] P. Anochin, D. Goldberg und V. Samarina, Die Blutversorgung der Speicheldrüse im Zustand der Ruhe und gesteigerter Funkion. Pflügers Arch. B. 225 S. 463.

[15] P. Eckardt, Blutgehalt und Durchblutung der Leber bei Splanchnikusreizung. Pflügers Arch. Bd. 236 (1935) S. 361.

[16] Burton-Opitz, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 124 S. 494 (1908); Bd. 129 S. 206 (1909); Bd. 135 S. 228 (1910); Bd. 146 S. 534 (1912).

[17] Barcroft u. Shore, J. of Physiol. Bd. 45 S. 297 (1912).

[18] Macleod u. Pearke, Amer. J. Physiol. Bd. 35 S. 87 (1914).

[19] Grab, Jenßen u. Rein, Ztschr. f. Biol. Bd. 89 S. 324 (1930). Klin. Wochenschr. Bd. 8 S. 1539 (1929).

[20] Schwiegk, Arch. f. exper. Pathol. Bd. 168 S. 693 (1932).

[21] Schmid, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 125 S. 527 (1908).

[22] Landergreen u. Tigerstett, Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 4 S. 241 1893).

Herrn Privatdozent Dr. K. Wezler bin ich für die Überlassung des Themas, für seine liebenswürdige Unterstützung und Förderung der Arbeit, sowie für die Übernahme des Referates zu besonderem Dank verpflichtet.

Lebenslauf.

Am 15. August 1908 wurde ich zu Rothenburg o. T. geboren. Nach dreijährigem Besuch der Volksschule trat ich 1918 in das humanistische Ludwigsgymnasium in München ein und erhielt dort 1927 das Reifezeugnis. Zunächst studierte ich ein Semester an der Universität München Rechtswissenschaft, bezog dann die Akademie der Tonkunst in München. Im Jahre 1929 wandte ich mich dem Studium der Medizin zu, legte 1932 an der Universität München mein Vorexamen ab und beschloß ebenda 1935 mein Studium mit der ärztlichen Staatsprüfung. Meine Bestallung als Arzt erhielt ich zum 1. Juli 1936. Seit 1. April 1937 bin ich als Hilfsarzt am Staatlichen Gesundheitsamt Saarbrücken-Stadt tätig.